

В.М. Кашин, А.Л. Лифиц, М.И. Ефремов

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕНОСНЫХ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки 170400
«Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»*

 **ИЗДАТЕЛЬСТВО**
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

**Москва
2014**

УДК 623.418.22(075.8)

ББК 68.52

К31

Кашин В. М.

К31 Основы проектирования переносных зенитных ракетных комплексов: учеб. пособие / В. М. Кашин, А. Л. Лифиц, М. И. Ефремов. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 227, [5] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-3665-1

Настоящее пособие является первым общедоступным изданием, в котором приведена современная методология проектирования переносных зенитных ракетных комплексов. При этом авторы ставили перед собой задачу познакомить читателя не только с основными подходами к вопросам проектирования, но и дать представление о принципах построения и современном состоянии этого вида вооружения в России. Материалы пособия отражают сегодняшнее положение теории и практики создания переносных зенитных ракетных комплексов, являясь результатом обобщения накопленного многолетнего опыта их разработки в нашей стране. Основное внимание уделено вопросам, связанным со спецификой проектирования переносных зенитных ракетных комплексов, поскольку общие вопросы проектирования (аэродинамика, теория полета, внутренняя баллистика двигателей, расчет и проектирование информационных приборов наведения, прочность и др.) зенитных ракет с ракетными двигателями твердого топлива в полной мере изложены в научно-технической литературе.

Для студентов вузов, готовящих специалистов в области ракетостроения. Может быть полезно инженерам, занимающимся проектированием зенитных ракетных комплексов.

УДК 623.418.22(075.8)

ББК 68.52

Дизайн внешнего оформления разработан в ОАО «НПК «КБМ»

© В.М. Кашин, А.Л. Лифиц,
М.И. Ефремов, 2014

© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014

ISBN 978-5-7038-3665-1

Основные сокращения

АДН	—	аэродинамический насадок
АДХ	—	аэродинамические характеристики
БС	—	боевое снаряжение
БЧ	—	боевая часть
ВВ	—	взрывчатое вещество
ВЦ	—	воздушная цель
ДПЛА	—	дистанционно пилотируемый летательный аппарат
ЗРК	—	зенитный ракетный комплекс
ЗУР	—	зенитная управляемая ракета
КВУ	—	контактное взрывательное устройство
КР	—	крылатая ракета
ЛА	—	летательный аппарат
ЛТЦ	—	ложная тепловая цель
НРЗ	—	наземный радиозапросчик
НКВУ	—	неконтактное взрывательное устройство
ОГС	—	оптическая головка самонаведения
ОФБЧ	—	осколочно-фугасная боевая часть
ОЭС	—	оптико-электронная станция
ПВО	—	противовоздушная оборона
ПЗРК	—	переносный зенитный ракетный комплекс
ПКР	—	противокорабельная ракета
ПРР	—	противорадарная ракета
ПЭП	—	переносный электронный планшет
РДТТ	—	ракетный двигатель твердого топлива
СВН	—	средства воздушного нападения
СОСН	—	станция обнаружения средств нападения
ТРТ	—	твердое ракетное топливо
ТТХ	—	тактико-технические характеристики

Предисловие

Средства воздушного нападения (СВН) были и остаются действенным инструментом решения различного рода задач огневого подавления противника, включая поражение как живой силы, так и объектов военной и промышленной инфраструктуры.

Очевидно, что основным средством борьбы с СВН сегодня и в обозримой перспективе являются наземные средства противовоздушной обороны (ПВО) и в первую очередь зенитные ракетные комплексы (ЗРК).

Один из базовых элементов общей структуры ПВО — переносные зенитные ракетные комплексы (ПЗРК), которые уже давно доказали свою высокую эффективность, в том числе и в условиях реальных боевых действий.

Так, по данным, приведенным в статье Майкла Путри «Перед лицом вездесущей опасности», опубликованной в журнале *Journal of Electronic Defense* в мае 2001 г., за последние примерно 15 лет XX в. по сумме всех военных конфликтов, имевших место в мире, около 90 % всех сбитых летательных аппаратов (ЛА) были поражены именно с применением ПЗРК различных типов.

Можно подвергать сомнению точность данной оценки, но несомненно то, что ПЗРК в реальных боевых условиях действительно показали себя весьма эффективным средством борьбы с СВН противника. Как следствие, ПЗРК прочно заняли место в качестве систем ПВО малой или сверхмалой дальности в армиях большинства стран мира.

Необходимо подчеркнуть, что под ПЗРК понимают комплекс, массогабаритные характеристики которого обеспечивают возможность его переноски одним человеком с проведением пуска с плеча зенитной управляемой ракеты (ЗУР) без использования каких-либо дополнительных пусковых установок. За рубежом в качестве ПЗРК иногда рассматривают также и комплексы сверхмалой дальности, пуск ракет которых возможен только со специальных пусковых установок (например, RBS-70, Mistral и др.).

Основные особенности ПЗРК, которые сделали этот вид вооружения столь востребованным и значимым для решения задач противодействия СВН противника, можно кратко сформулировать следующим образом.

Во-первых, это реализация принципа «выстрелил — забыл» с обеспечением полностью пассивного режима работы комплекса.

Во-вторых, ПЗРК имеет предельно малые массу и габариты, позволяющие переносить его одним человеком с проведением пуска ракеты с плеча с любых неподготовленных позиций.

Эти два фактора обеспечивают высокий уровень скрытности применения комплекса, а значит, и его «живучесть» на поле боя. Кроме того, комплекс эффективен, надежен в применении, мобилен и обладает широкими возможностями межвидового использования с различных носителей.

Переносные зенитные ракетные комплексы отличаются предельной простотой работы и одновременно высоким уровнем автоматизации проведения предстартовых и стартовых операций. Как следствие, отсутствуют какие-либо жесткие требования к отбору стрелков-зенитчиков.

В течение более чем 40 лет с момента появления первых образцов ПЗРК в 60-х годах прошлого столетия постоянно совершенствовались теория и практика создания систем этого класса. В результате накопления и систематизации этого опыта сформировалась современная методология проектирования ПЗРК, изложению основных положений которой и посвящена книга.

Методология включает в себя единую систему методов, инженерных методик и модели решения задачи синтеза ПЗРК, в совокупности обеспечивающих выбор основных параметров комплекса исходя из условия достижения максимальных показателей его эффективности. Следует отметить, что решение задачи синтеза ПЗРК в основном заключается в определении и реализации характеристик системы, наилучшим образом удовлетворяющих поставленным требованиям и в то же время не нарушающих заданных ограничений [15, 17].

Известен ряд работ по вопросам проектирования сложных технических систем с элементами их оптимизации [3, 7, 10]. Они определяют общие подходы к решению такого рода задач, но не содержат конкретного научно-методического аппарата, адаптиро-

ванного к инженерной практике проектирования ПЗРК с учетом специфики их построения.

Рассматриваемая книга, восполняя пробел в списке научно-технической литературы, посвященной вопросам ракетостроения, содержит системное изложение основных положений процедуры проектирования ПЗРК. Особое внимание уделено особенностям проектирования именно этого класса ракетных комплексов. Освещены специальные вопросы, характерные для ПЗРК и отличающиеся от других систем.

Глава 1. Основы построения переносных зенитных ракетных комплексов

1.1. Особенности построения ПЗРК

Рассмотрим на примере ПЗРК «Игла» устройство и принципы действия ПЗРК (рис. 1.1).

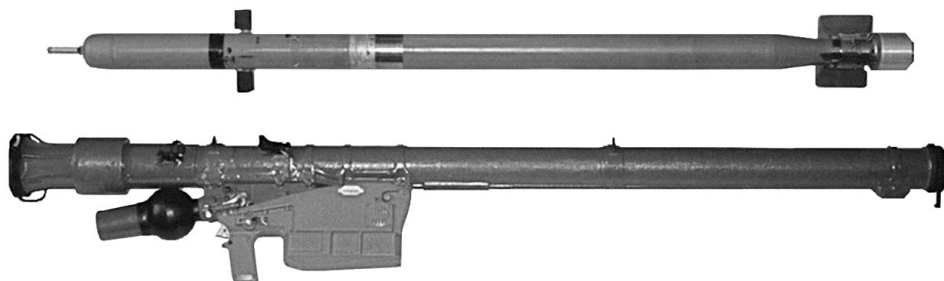


Рис. 1.1. ПЗРК «Игла»

Оптическая головка самонаведения

Говоря о принципах построения оптической головки самонаведения (ОГС), прежде всего остановимся на вопросах селекции ложной тепловой цели (ЛТЦ). Известны так называемые кинематические селекторы и спектральные селекторы ЛТЦ.

Принцип действия кинематических селекторов основан на постулате, что цель впереди, а помеха сзади, и после отстрела от носителя помеха быстро затормаживается и отстает от самолета (вертолета). Однако в реальной обстановке возможно многообразие взаимных положений помехи и цели в фокальной плоскости фотоприемника, в части из которых помеха для ОГС находится не сзади, а впереди цели. В этом случае характерны траектории при стрельбе на догонных курсах, когда цель удаляется, а помеха, «зависая», проецируется на плоскость приемника впереди целевого источника. Естественно, в таких ситуациях кинематический селектор не используют. Как показывают соответствующие исследования, даже при стрельбе с одинаковыми начальными условиями пуска ракеты только за счет изменения направления

Оглавление

Основные сокращения	3
Предисловие	4
Глава 1. Основы построения переносных зенитных ракетных комплексов	7
1.1. Особенности построения ПЗРК	7
1.2. Вопросы безопасности боевого применения комплекса	24
1.3. Массогабаритные ограничения как фундаментальное требование, предъявляемое к комплексу	30
1.4. Особенности оптимизации аэродинамического проектирования и компоновки ракет комплекса	33
1.5. Роль расчетных методов и моделирования в рамках общей процедуры проектирования комплекса	40
1.6. Зоны пуска и поражения	52
Глава 2. Основные положения задачи синтеза переносных зенитных ракетных комплексов	57
2.1. Общая постановка задачи	57
2.2. Основные факторы, влияющие на эффективность применения комплекса	58
2.3. Анализ совокупности факторов, влияющих на эффективность и выбор критериев оценки ее показателей	67
2.4. Модель решения задачи синтеза переносных зенитных ракетных комплексов	72
2.5. Функциональное содержание и взаимные связи подсистем, входящих в состав модели решения задачи синтеза	76
2.6. Варианты постановки задачи	93
2.7. Ограничения на исследуемые параметры	94
Глава 3. Решение задачи синтеза переносных зенитных ракетных комплексов	102
3.1. Общая постановка задачи	102
3.2. Синтез системы по критерию достижения максимума функционала условной вероятности поражения цели (задача 1)	104
3.3. Синтез системы по критерию достижения максимума функционала боевой эффективности комплекса (задача 2)	146
3.4. Синтез системы по критерию достижения максимума среднего числа пораженных в налете целей (задача 3)	163

Глава 4. Методические положения оценки эффективности переносных зенитных ракетных комплексов	171
4.1 Понятие и показатели эффективности комплекса	171
4.2. Понятие и типы поражения воздушной цели	175
4.3. Характеристики уязвимости воздушных целей	180
4.4. Расчетная модель воздушной цели.....	184
4.5. Поражающее действие боевого снаряжения ЗУР	194
4.6. Методы и модели оценки эффективности комплекса	197
Литература	208
Приложение. Математическое описание модели динамики ракеты ПЗРК.....	210